

Kibernetika – što je to?

Dino Obradović¹

(1) Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, Republika Hrvatska, dobradovic@gfos.hr

Sažetak

Kibernetika kao znanstvena disciplina je novijeg nastanka, dok se sama riječ koristila još davno. Često se koristi u različitim kontekstima i relativno teško ju je jednoznačno smjestiti u neko određeno područje ljudske djelatnosti. To je i istina, zato što se osnovni principi kibernetike mogu objasniti i shvatiti samo korištenjem pojmova iz različitih grana znanosti. Ona proučava opće zakonitosti procesa upravljanja i komunikacija, neovisno o njihovoj prirodi – u živim i neživim sistemima. U radu će se prikazati nastanak pojma (odnosno znanstvene discipline) kibernetika, povijesni razvoj kibernetike, te neka područja gdje se kibernetika koristi. Cilj rada je ukratko predstaviti i objasniti kibernetiku te, barem do određene mjere, generalno olakšati razumijevanje te vrlo zanimljive, i u novije vrijeme, sve popularnije multidisciplinarne znanosti.

Ključne riječi: kibernetika, Norbert Wiener, sistem, upravljanje

Cybernetics – what is it?

Abstract

Cybernetics, as a scientific discipline, was conceived rather recently, while the word itself has been used for a very long time. It is often used in various contexts, and it is relatively difficult to assign a single meaning to it and define a specific area of human activity which it would designate. Another reason for this is the fact that the basic principles of cybernetics can only be explained and understood by using terms from various other branches of science. It studies the general principles of control and communication systems, regardless of their nature – in both living and inanimate systems. This paper will demonstrate the origin of the term (i.e. the scientific discipline) cybernetics, the development of cybernetics through history, and some areas where cybernetics is applied. The goal of this paper is to briefly introduce and explain cybernetics, and, to a certain extent, make this very interesting and lately increasingly popular multidisciplinary science easier to understand in general.

Keywords: cybernetics, Norbert Wiener, system, control

1. Uvod – pojam kibernetike

Pojam kibernetika (eng. *Cybernetics*, njem. *Kybernetik*) [1] ima više definicija i tumačenja. Općenito gledajući, riječ kibernetika dolazi od grčke riječi κυβερνάω (*kybernao*) koja znači upravljam, vladam, kormilarim [2÷4], odnosno grč. *kybernetes* – kormilar [4÷13]. Kibernetiku, u skladu s prethodno navedenim, možemo najkraće definirati kao vještinu upravljanja [11, 14, 15]. Prema [16], kibernetika je interdisciplinarna znanost o prijenosu informacija i upravljanju strojevima i živim organizmima ili o procesima vođenja usmjerenima određenom cilju. Wiener kibernetiku definira kao znanstvenu disciplinu koja se bavi upravljanjem sustavom [8, 17]. Kibernetikom se smatra znanost o vezi, upravljanju i kontroli nad strojevima i živim bićima [18÷23], odnosno disciplina koja proučava strukturu živih i neživih regulacijskih sustava te upravljanje njima [24]. Prema [25], kibernetika je znanost o određenim procesima upravljanja u dinamičkim sustavima osnovanim na principu povratne veze, pomoću kojih je omogućeno da se predviđeni ciljevi ovih sustava mogu postići na najpovoljniji način.

Sve prethodno navedene definicije definiraju kibernetiku kao znanost ili disciplinu koja se bavi proučavanjem komunikacije i upravljanja u živim i neživim sistemima.

Za sve procese upravljanja vrijede neki opći principi i zakonitosti neovisno o prirodi upravljivog sistema i njegovih ciljeva [26], te u osnovi kibernetike i leži ta ideja [27]. Ti principi i zakonitosti proučavaju se u jednom posebnom području teorije sistema koja se naziva kibernetika. Svaki sistem s upravljanjem naziva se kibernetički sistem. Upravljanje se sastoji od izbora više alternativa, odnosno više trajektorija sistema kojima se može stići do unaprijed definiranog cilja [26].

2. Povijesni razvoj kibernetike

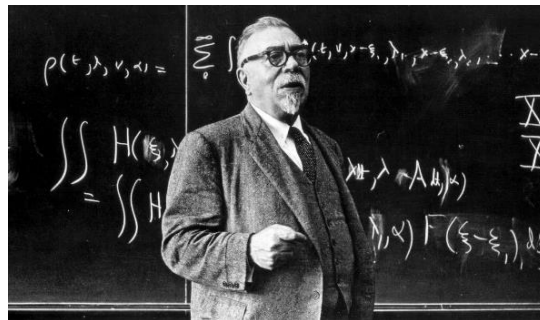
Riječ kibernetika ima svoje korijene u dalekoj prošlosti. Sama se riječ prvi put javlja kod starogrčkog filozofa Platona (427. - 347. god. pr. Kr.) [3, 6, 9, 11, 13, 14, 28, 29], koja je značila vještinu upravljanja brodom, danas poznata kao navigacija [11]. Od vremena Platona pa tek do pojave rukopisa francuskoga fizičara i matematičara Andre-Marie Ampera pod nazivom "Eseji filozofije znanosti" 1843. godine, kibernetika kao pojam u svezi sa znanstvenim upravljanjem je u potpunosti nestao [11, 14]. Ampere koristi riječ kibernetika da bi označio znanost o upravljanju ljudskim društvom [3, 29].

Kibernetika se, u današnjem značenju riječi – odnosno kao znanost, počela stvarati odmah poslije Drugog svjetskog rata. Kibernetika se razvila na međunarodnim sastancima u razdoblju od 1944. do 1953. koje su držali istaknuti intelektualci, uključujući Norberta Wienera, John von Neumanna, Warrena McCullocha, Claudea Shannona, Heinza von Foerster, Gregoryja Batesona, Margaret Mead, Artura Rosenbluetha, Waltera Pittsa, itd. [10, 13, 30, 31]. Sastanci su se zvali The Macy Conference i bili su održavani u New Yorku, a smatraju se počecima razvoja kibernetike i teorije sistema [31]. Promatranjem prethodno navedenih znanstvenika, uočava se da su to znanstvenici iz različitih područja znanosti. Tako, npr. Norbert Wiener i John von Neumann su bili matematičari, Warren McCulloch je bio psihijatar, Heinz von Foerster biofizičar, Gregory Bateson antropolog, itd. [31]. Sada se

lagano uviđa da je kibernetika multidisciplinarna znanost, i samo uz uvažavanje svih područja moguće ju je objasniti i shvatiti, a također primjenjiva je u svim tim područjima. Zasluga za nastajanje suvremene kibernetike pripisuje se njezinom tvorcu, američkom znanstveniku Norbertu Wieneru (1894.-1964.) [3], a vezano je za izdavanje knjige „Kibernetika ili upravljanje i komunikacija kod živih bića i strojeva“ [5, 11, 32, 33]. Kibernetika uvodi pored tvari i energije još treću vrstu resursa – informaciju [28, 34].

2.1. O Norbertu Wieneru

Norbert Wiener (Slika 1), koji se smatra „ocem“ kibernetike, rođen je 26. studenog 1894. godine u Kolumbiji, Missouri, SAD. Na Harvardu je 1913. obranio doktorat s temom iz matematičke logike. Nakon toga, u Cambridgeu je proučavao matematičku logiku i filozofiju znanosti, i to pod vodstvom Bertranda Russela [10, 27].



Slika 1. Norbert Wiener [35]

Ideje o općenitosti principa upravljanja u živim i neživim sistemima, koje je podržavao neurofiziolog Rosenbluth, predstavljale su početak stvaranja Wienerove kibernetске koncepcije, koju je kasnije izložio u svojim knjigama „Kibernetika ili upravljanje i komunikacija kod živih bića i strojeva“, u originalu „Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine“ (1948.) te u knjizi „Kibernetika i društvo“, u originalu „The Human Use of Human Beings, Cybernetics and Society“ (1950.) [10, 27].

Wienerova zasluga je prije svega u tome što je polazeći od sličnosti između struktura prijenosa signala u linijama za vezu i u živčanoj mreži, sličnosti između rada računalnih strojeva i živčanog sistema, pokušao pomoću odgovarajuće matematičke metode analizirati ove procese i njihov mogući karakter te otkrio važeće zakonitosti koje obuhvaćene u kibernetici čine temelj razvoja ove nove znanstvene discipline. To je omogućilo primjenu postignutih rezultata ne samo na strojeve i žive organizme, nego i na njihove kolektive i ljudsko društvo [14]. Norbert Wiener umro je 18. ožujka 1964. godine u Stockholmu, Švedska [10].

3. Derivati kibernetike

Kibernetika je općenita, temeljna (fundamentalna) znanost koja se bavi općim pitanjima, a ne pojedinostima funkcioniranja sustava i upravljanja njime. Kako se, međutim, sustavi u stvarnosti mogu po mnogo čemu međusobno razlikovati, razlikovat će se i načini upravljanja

takvim sustavima. Imajući to u vidu, znanstvenici, suvremenici N. Wienera prionuli su istraživanju brojnih aspekata i načina upravljanja sustavima različitih vrsta, svojstava i tipova. Tako je u razmjerno kratkom vremenu nakon pojave kibernetike razvijeno nekoliko desetaka različitih novih teorija koje svoje uporište nalaze u kibernetici, a nastoje objasniti pojedine aspekte procesa upravljanja sustavima. Takve se izvedene, specijalizirane znanstvene discipline nazivaju derivatima (izvedenicama) kibernetike [9].

Od posebnog su interesa sljedeći derivati kibernetike:

- teorija komunikacija,
- teorija odlučivanja,
- teorija programiranja,
- teorija povratne veze i
- opća teorija sustava [9, 29].

Teorija komunikacija nastoji istražiti i iskoristiti zakonitosti slanja, prijenosa, primanja i tumačenja prostorno i vremenski moduliranih signala [29]. Teorija odlučivanja omogućuje da se transformacijom informacija pomoću pravila odlučivanja između više alternativa odabere optimalna [29], a upravo smo u građevinarstvu kod izvedbe projekta suočeni s odlučivanjem. Teorija programiranja bavi se definiranjem načina sustavnog korištenja prikupljenih, odnosno postojećih informacija (znanja) u upravljanju sustavima. Njome su obuhvaćene dvije specijalne teorije: teorija algoritama i teorija automata [9].

Teorija povratne veze ima ključnu ulogu u istraživanju regulacije procesa, odnosno u praktičnim situacijama upravljanja složenim sistemima [29], kao što je npr. gradilište ili projekt.

Teorija sistema omogućila je stvaranje metoda i tehnika za potrebe analize kompleksnih sistema [29].

4. Kibernetika danas

Kibernetika, iako je nailazila na velike prepreke na putu svoje afirmacije i prihvatanja, danas ima ogromno značenje u mnogim znanostima [29]. Poslijeratni je razvitak proizlazio iz djelovanja dva važna čimbenika: vremena i potreba za informacijama, koje bi povezivale različite odnose i pojave. Određivanja ta dva čimbenika u vremenu i prostoru dinamičnih promjena u svijetu, traže zapravo društvenu nužnost pojave znanosti o upravljanju – kibernetike. Njezin brzi razvoj opravdava, ali i potvrđuje potrebu njezina nastanka i objašnjava njezino općedruštveno prihvatanje [11]. Potreba za kibernetikom se javlja u mnogim znanostima. U građevinarstvu svaki projekt čini sustav koji ima svoj cilj te je potrebno reguliranje različitih segmenata što se onda naziva vođenje projekta [36]. U vodnom gospodarstvu se također javlja potreba za reguliranjem - upravljanjem, bilo kod hidroelektrana gdje je potrebno uz određene dotoke vode imati ustaljenu proizvodnju električne energije ili kod rada crpnih stanica otpadnih voda koje, npr. trebaju povećati količinu crpljenja vode u slučaju većeg dotoka otpadne vode i u slučaju oborina. Nadalje kibernetika se javlja i u pedagogiji gdje je imala velik utjecaj na razvitak teorije i prakse nastave [37], u području organizacije i menadžmenta [17], informatici itd.

5. Zaključak

Kibernetika pripada u područje osnovnih znanstvenih disciplina, a njen predmet proučavanja je upravljanje bilo kojim sistemom, živim organizmom, mehanizmom ili kombiniranim sistemom. Osnovni principi kibernetike mogu se objasniti korištenjem pojmova iz različitih područja znanosti i tehnike. Ti su principi u svojoj osnovi veoma jednostavni i lako shvatljivi. Iako je kibernetika veoma mlada, u prethodno izloženom radu, vidljivo je da se pojam kibernetika koristio još davno u staroj Grčkoj. Tada je označavala vještinu upravljanja brodom – vještinu kormilarenja [38]. Platon u svojoj knjizi navodi da je kibernetika (vještina kormilarenja) mudra i skromna znanost (vještina), a kormilar iskrcavajući svoje putnike, zna da ih nije iskrcao boljima ni u jednom smislu no što su bili u trenutku ukrcavanja [39, 40]. Kibernetika se, u današnjem smislu riječi i kao znanost, prvi put javlja u knjizi Norberta Wienera, te se on smatra „ocem“ kibernetike. Kibernetika kao fundamentalna znanost ne nudi gotova rješenja upravljačkih problema, već samo otvara mogućnosti za njihovo uspješno rješavanje. Cilj rada je, kao što je i vidljivo iz naslova, čitatelja uvesti u osnove kibernetike, najkraće moguće objasniti što je to kibernetika te ga zainteresirati za daljnje istraživanje i proučavanje kibernetike.

Literatura

- [1] Prager, A.: Trojezični građevinski rječnik, Masmedia, Zagreb, 2003.
- [2] Hrvatska enciklopedija, Lekisikografski zavod Miroslav Krleža, mrežno izdanje, 2017. <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=31381>, 18.06.2018.
- [3] Uzelac, J.: Kibernetizacija poslovnog sustava, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 1994.
- [4] Novikov. D. A.: Cybernetics: From Past to Future, Heidelberg, Springer, 2015.
- [5] Wiener, N.: Kibernetika ili upravljanje i komunikacija kod živih bića, Izdavačko-informativni centar studenata, Beograd, 1972.
- [6] Guberinić, S., Matejić, V., Mikić, O., Petrović, R.: Sistemi, upravljanje sistemima, sistemske discipline, tehnike i metode: leksikon pojmova s tumačenjima, Institut „Mihailo Pupin“, Beograd, 1970.
- [7] Anić, V., Goldstein, I.: Rječnik stranih riječi, Novi liber, Zagreb, 1999.
- [8] Wiener, N.: Kibernetika i društvo: ljudska upotreba ljudskih bića, Nolit, Beograd, 1964.
- [9] Panian, Ž.: Poslovna informatika za ekonomiste, Masmedia, Zagreb, 2005.
- [10] Ralston, A., Reilly, D. E., Hemmendinger, D. (ed.): Encyclopedia of computer science, fourth edition, Nature publishing group, London, 2000.
- [11] Bošković, D., Vukčević, M., Đukić, A.: Interakcijske sprege između navigacije, kibernetike i suvremenog menadžmenta, Pomorski zbornik, 39 (1), pp. 287-302, 2001.
- [12] Beer, S.: What is cybernetics?, Kybernetes, 31 (2), pp. 209-219, 2002, doi: 10.1108/03684920210417283.
- [13] Heylighen, F., Joslyn, C.: Cybernetics and Second-Order Cybernetics u Meyers, R. A. (ed.), Encyclopedia of Physical Science & Technology, 3rd edition, Academic Press, New York, pp. 155-170, 2001.
- [14] Bober, J.: Stroj, čovjek, društvo-kibernetika, Naprijed, Zagreb, 1970.

- [15] Kiš, M.: Englesko-hrvatski, hrvatsko-engleski informatički rječnik, Naklada Ljevak, Zagreb, 2000.
- [16] Proleksis enciklopedija, <http://proleksis.lzmk.hr/30849/>, 15.06.2018.
- [17] Jovanović, V., Ivković, V., Janović, T., Nazor, D.: Mozak, kompleksni sustavi i ljudske zajednice – suvremena antropološka perspektiva, Mozak i um: trajni izazov čovjeku, Institut društvenih znanosti Ivo Pilar, Zagreb, pp. 139-148, 2006.
- [18] Junaško, O., Čudanov, M., Jevtić, M., Krivokapić, J.: Osnovi organizacije i menadžmenta, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2014.
- [19] Yang, H., Chen, F., Aliyu, S.: Modern software cybernetics: New trends, The Journal of Systems and Software, 124 (C), pp. 169-186, 2017, doi: 10.1016/j.jss.2016.08.095
- [20] Cai, K.-Y., Cangussu, W. J., DeCarlo, A. R., Mathur, P. A.: An Overview of Software Cybernetics, Eleventh Annual International Workshop on Software Technology and Engineering Practice, Amsterdam, pp. 77-86, 2003, doi: 10.1109/STEP.2003.4
- [21] Šugman Bohinc, L.: Kibernetika spremembe in stabilnosti v kontekstu svetovalnega in terapevtskega dela s klientskim sistemom, Psihološka obzorja, 9 (2), pp. 87-101, 2000.
- [22] Šoti, F.: Uvod u kibernetiku, Osnovi teorija sistema i informacija, Radnički univerzitet „Radivoj Čirpanov“, Novi Sad, 1973.
- [23] Jelenković, B. N.: Matematika u vojnotehničkim dostignućima, Vojnotehnički glasnik, 10, pp. 172-179, 2009, doi: 10.5937/vojtehg1004172J.
- [24] Struna, Hrvatsko strukovno nazivlje, <http://struna.ihj.hr/naziv/kibernetika/23251/>, 18.06.2018.
- [25] Jursa, O.: Kibernetika, Mladost, Zagreb, 1974.
- [26] Trbojević, B.: Organizacija građevinskih radova, Naučna knjiga, Beograd, 1992.
- [27] Lerner, A. J.: Principi kibernetike, Tehnička knjiga, Beograd, 1970.
- [28] Đorđević, B.: Cybernetics in Water Resources Management, Water Resources Publications, Highlands Ranch, Colorado, USA, 1993.
- [29] Nadrljanski, Đ., Nadrljanski, M.: Kibernetika u obrazovanju, udžbenik, Univerzitet u Novom Sadu, Učiteljski fakultet u Somboru, Sombor, 2005.
- [30] Umpleby, A. S., Dent, B. E.: The origins and purposes of several traditions in systems theory and cybernetics, Cybernetics and Systems: An International Journal, 30 (2), pp. 79-103, 1999, doi: 10.1080/019697299125299.
- [31] emcsr, <http://emcsr.net/looking-back-in-history-the-macy-conferences/>, 20.06.2018.
- [32] Luhmann, N.: Teorija sistema: svrhovitost i racionalnost, Globus, Zagreb, 1981.
- [33] Arbib, A. M.: From cybernetics to brain theory, and more: A memoir, Cognitive Systems Research, 80, pp. 83-145, 2018, doi: 10.1016/j.cogsys.2018.04.001.
- [34] Brier, S.: Finding an information concept suited for a universal theory of information, Progress in Biophysics and Molecular Biology, 119 (3), 2015, pp. 622-633, doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2015.06.018.
- [35] https://static01.nyt.com/images/2013/05/21/science/21WEIN1_SPAN/21WEIN1-master1050.jpg, 19.06.2018.
- [36] Lončarić, R.: Organizacija izvedbe graditeljskih projekata, HDGI, Zagreb, 1995.
- [37] Landa, N. L.: Kibernetika i pedagogija, dio 2., Beogradski izdavačko-grafički zavod, Beograd, 1975.
- [38] Senc, S. (priredio): Grčko-hrvatski rječnik za škole, Naprijed, Zagreb, 1988.
- [39] Babić, G.: Izazov kibernetici, Centar za društvene djelatnosti omladine RK SOH, Zagreb, 1971.
- [40] Platon: Protagora, Gorgija, ur. Vuko Pavićević, Kultura, Beograd, 1968.